

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

EFFECTO DEL ACIDO NAFTALENACETICO
(ANA) COMO REGULADOR DEL CRECIMIENTO
RADICAL EN ESTACAS DE Ixora coccinea

DAISY CONCEPCION SANCHEZ LAZO

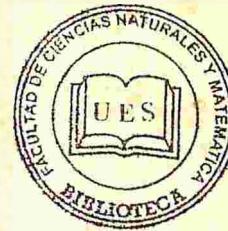
TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA



CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, ENERO DE 1989

S363e
ej - 1

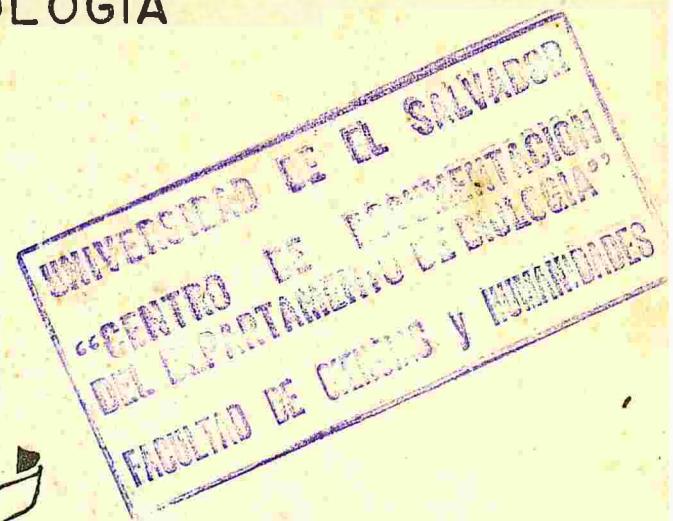
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



EFFECTO DEL ACIDO NAFTALENACETICO
(ANA) COMO REGULADOR DEL CRECIMIENTO
RADICULAR EN ESTACAS DE Ixora coccinea

DAISY CONCEPCION SANCHEZ LAZO

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA



CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, ENERO DE 1989

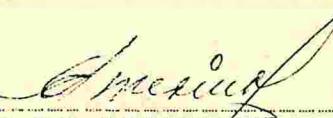
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

EFFECTO DEL ACIDO NAFTALENACETICO (ANA) COMO REGULADOR DEL
CRECIMIENTO RADICULAR EN ESTACAS DE Ixora coccinea.

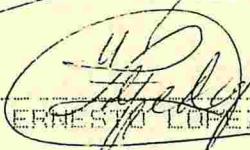
DAISY CONCEPCION SANCHEZ LAZO
TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA

1989

DECANO


CATALINA RODRIGUEZ M. DE MERINO

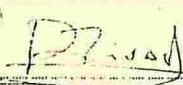
DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO

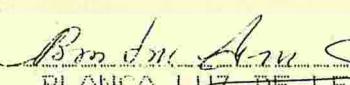

ERNESTO LOPEZ ZEPEDA

ASESOR


BERTHA ALICIA HERNANDEZ DE LOPEZ

JURADO EXAMINADOR


ROBERTO A. RIVAS ALBERTO


BLANCA LUZ DE LEZAMA


OSCAR DANILLO ALVARADO

DEDICATORIA

A mis recordados padres : VALENTIN SANCHEZ MERLOS
FRANCISCA ANTONIA LAZO DE SANCHEZ

A mi esposo con mucho amor y respeto : JOSE CARLOS CAMPOS CAMPOS

A mis hijos : DAISY CRISTINA
CARLOS VALENTIN
MARCELO VLADIMIR

A mis hermanos : DIMAS, DAVID, ARNOLDO, FRANCISCO
ALBERTO, ANA LIDIA, ROSA ELIDA,
MARTHA MATILDE, BLANCA ELIA.

A todos mis sobrinos.

AGRADECIMIENTOS

Deseo patentizar mi agradecimiento a la Licenciada Bertha Alicia Hernández de López, Asesora del presente trabajo de graduación.

A los Ingenieros Agrónomos Ricardo Vilanova, René Vásquez y Julia Amalia Nuila de Mejía, quienes amablemente colaboraron para el buen desarrollo del mismo.

A la Licenciada Lila Aida Gutiérrez por el interés, estímulo y constantes sugerencias.

A los señores del Jurado Examinador, por la buena disponibilidad en la revisión y corrección de este trabajo.

Al Br. Lombardo Carranza, por la ayuda en la preparación de fotografías y diapositivas.

Al profesor Eliseo Ramírez Pérez, Director del Patrimonio Natural, por permitirme realizar el experimento en el Parque Saburo Hirao, a los señores: Peñaloza Bernabona, Antonio Grande Turis y Bernardo Velásquez, y a todas aquellas personas que en una u otra forma contribuyeron gustosamente para el feliz término de esta investigación.

En particular, a "SERVICIOS MULTIPLES" por sus servicios prestados en la parte de mecanografía.



TABLA DE CONTENIDOS

	Pág. No.
RESUMEN	v
LISTA DE CUADROS	vi i
LISTA DE FIGURAS	ix
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	5
MATERIALES Y METODOS	14
- Medio de Propagación	15
- Preparación del ácido Naftalenacético	15
- Preparación de estacas	16
- Cuidados posteriores a la siembra	17
- Vinculación del proyecto	18
- Análisis estadístico	18
- Prueba de Duncan	21
RESULTADOS	26
a) Análisis de Varianza General para el número de raíces	31
b) Análisis de Varianza General para la longi- tud de raíces	41
DISCUSION	52
CONCLUSIONES	56
LITERATURA CITADA	57
ANEXO 1	
UBICACION TAXONOMICA DE LA IXORA COCCINEA	
ANEXO 2	
UBICACION Y DISTRIBUCION DE CAMPO DEL EXPERIMENTO.	

RESUMEN

El presente estudio se realizó durante el periodo comprendido entre los meses de agosto a octubre del año 1988, en los viveros del Parque Saburo Hirao en el Departamento de San Salvador. Se evaluaron cinco concentraciones de ácido Naftalenacético (ANA) para determinar su efecto fitoregulador del crecimiento en función del enraizamiento de dos diferentes tipos de estacas de *Ixora coccinea* L., siendo estas estacas basal y apical según la posición en la rama original.

La importancia del presente estudio se le atribuye en el sentido de que los resultados en el enraizamiento de las estacas por el efecto estimulante del ANA con las diferentes concentraciones evaluadas evidencian una alternativa práctica para la reproducción de *Ixora* planta de difícil propagación asexual en nuestro país.

La investigación se realizó bajo un diseño estadístico de bloques al azar, en parcelas divididas, con 6 tratamientos y cuatro repeticiones.

A las ocho semanas de montado el experimento se realizó el recuento para determinar simultáneamente el número y longitud de raíces por estaca en cada tratamiento.

El análisis estadístico de los resultados permitió comprobar que las diferentes concentraciones de ácido Naftalenacético evaluadas presentaron un efecto positivo en la estimulación y en la formación de raíces en las estacas

de *Ixora coccinea* L. Asimismo, se determinó en base al análisis que todos los tratamientos superaron estadísticamente al testigo en una forma significativa, sin embargo, dentro de las concentraciones evaluadas, la de 50 ppm. de ANA fue la que presentó mayor número de raíces, tanto en estacas apicales como en las basales.

Por otra parte, para la variable longitud de raíces se pudo comprobar que el ANA también tuvo un notable efecto estimulante, asimismo se pudo observar que en este caso, las estacas apicales superaron ligeramente la longitud de raíces en las estacas basales, sin embargo dicha diferencia no resultó significativa estadísticamente.

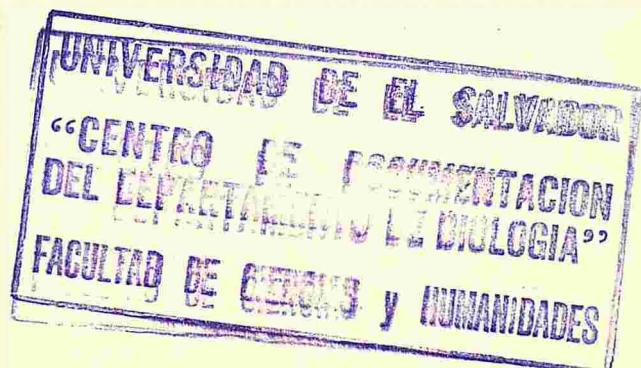
Los resultados generales del presente estudio ponen de manifiesto el efecto positivo del ANA en la formación de raíces en estacas de *Ixora*, lo que permite constituirse posiblemente en una alternativa de reproducción de vegetales de importancia económica y de difícil propagación.



LISTA DE CUADROS

Cuadro	Pág. No.
1 Factores en estudio.....	23
2 Análisis de varianza en parcelas divididas para establecer las concentraciones y tipos de estacas.....	24
3 Números de raíces por estacas a las ocho semanas de sembradas.....	30
4 Análisis de varianza general. Para los Números de raíces.....	32
5 Doble entrada para estacas por repeticiones	33
6 Doble entrada de la interacción estacas por concentraciones.....	34
7 Análisis de varianza desglorzado (ANVA) para efectos principales e interacciones.....	35
8 Prueba de Duncan de doble entrada Estacas por concentraciones.....	36
9 Doble entrada para establecer la diferencia significativa entre estacas apicales y basales.....	37
10 Límite de significancia de Duncan (LSD) para número de raíces de las estacas.....	37
11 Doble entrada para establecer la diferencia significativa entre las concentraciones....	38
12 Límite de significancia Duncan (LSD) para número de raíces de las concentraciones....	39

Cuadro	Pág. No.
13 Longitud de las raíces por estacas a las ocho semanas de sembraduras.....	40
14 Análisis de varianza general. Para longitud de raíces.....	42
15 Doble entrada para estacas por repeticiones	43
16 Doble entrada estacas por concentraciones..	44
17 Análisis de varianza (ANVA) desglosado para efectos principales e interacciones.....	46
18 Prueba de Duncan, doble entrada para estacas por concentraciones para la longitud de raíces.....	47
19 Prueba para establecer la diferencia significativa de estacas.....	48
20 Límite de diferencia significativa de las estacas (LDS).....	48
21 Doble entrada para establecer la diferencia significativa entre las concentraciones.....	49
22 Límite de diferencia significativa de las concentraciones (LSD)	50



LISTA DE FIGURAS

Figura	Pág. No.
1 Características de las estacas.....	25
2 Tipo de estacas (E1) apical , (E2) basal	25
3 Inmersión de estacas en sus respectivas soluciones.....	25
4 Enraizamiento de estacas apicales a las 8 semanas de sembrados (Repetición I).....	51
5 Enraizamiento de estacas basales a la 8 semanas de sembrados (Repetición III).....	51

INTRODUCCION

El Salvador es un país que cuenta con un clima tropical favorable para la propagación de una amplia gama de vegetales: alimenticios, industriales, ornamentales, etc. (Helmut, 1978); sin embargo algunas especies presentan dificultades en su propagación, lo cual afecta su rentabilidad cuando éstas se cultivan con fines comerciales.

En otros países se han realizado ensayos con vegetales de difícil reproducción, con miras de mejoramiento genético; al mismo tiempo se han investigado y con muy buenos resultados, la acción de sustancias sintéticas: 2, 4-D Diclorofenoxiacético (2, 4-D) y el ácido Naftalenacético (ANA), reguladores del crecimiento en plantas que presentan dificultades en el enraizado aunque contengan las fitohormonas naturales, tales como el ácido Indol Acético (IAA) (Weaver, 1984).

De esta situación surgió la inquietud de evaluar en nuestro país el ácido Naftalenacético (ANA) como fitoregulador de crecimiento tratando de encontrar una alternativa más práctica para la reproducción de vegetales de difícil propagación, empleando en este caso el ácido Naftalenacético aplicado en diferentes concentraciones en estacas de Pisonia coccinea L., la cual es una planta ornamental con muy buenas perspectivas de reproducción a nivel comercial.

Por lo tanto en este trabajo se trata de establecer la influencia que el ácido Naftalenacético tiene sobre el enraizamiento de estacas de *Ixora coccinea*, determinar en qué región de la rama (apical o basal) es más eficiente el ácido Naftalenacético (ANA), desarrollar un método para la propagación vegetativa de *Ixora coccinea* y fomentar el interés en los diferentes sectores agrícolas sobre nuevas técnicas de reproducción vegetal que contribuyan a abrir otras fuentes de trabajo e ingreso para la familia salvadoreña.

La importancia de la reproducción vegetativa por estacas deriva del hecho de que muchas plantas son variedades altamente productivas, precoces, resistentes a plagas y enfermedades, cuya reproducción sexual ha sido reducida y solo es posible realizarla por vías asexuales, siendo necesario favorecer la reproducción por estacas.

Actualmente un sector de la población tiene como medio de subsistencia la venta de plantas, orquídeas, helechos, etc. pero lo realizan a través del saqueo y maltrato de los recursos silvestres existentes en nuestros reducidos bosques, contribuyendo al exterminio acelerado. Por esa razón, es mejor estimularlos a que reproduzcan las plantas, utilizando métodos sencillos en pequeños espacios y a corto plazo, lo cual se puede lograr con el uso de fitohormonas como inductoras del enraizamiento.

Las fitohormonas en los países técnicos e

industrialmente avanzados han comprobado ser la solución a muchos problemas fisiológicos, tales como plantas que presentan dificultades en el enraizamiento por estacas, floración, maduración y fructificación. (Weaver, 1984)

La propagación vegetativa por estacas ofrece las siguientes ventajas: una planta propagada aseguradamente con miras al mejoramiento genético, es requerida para la preservación de fenotipos valiosos a fin de utilizarlos por varias generaciones, por ejemplo, existen especímenes de "cacaco" que son buenos productores y precoces en su fructificación y que tienen cualidades deseables.

Esta misma técnica puede ser aplicada al "balsamo" para mantener intacta esta variedad de gran importancia medicinal, industrial, mercable y forestal, la cual además de ser una planta nativa, está en peligro de extinción y es de crecimiento lento en su reproducción por semilla.

En este trabajo se seleccionó *Ixora* por su fácil obtención y por su difícil propagación por estacas, además el atractivo de las flores puede aprovecharse para incrementar el cultivo con fines de exportación (plantas y flores) de especies no tradicionales las cuales son muy codiciadas en países de zonas templadas logrando así el ingreso de divisas a nuestro país.

En la actualidad, proyectos de plantas ornamentales están generando divisas al país, constituyendo una fuente de trabajo campesina y ayudando así al sostenimiento de

mayor número de familias en nuestro medio.

REVISION DE LITERATURA

En El Salvador, la "Ixora" se le conoce con diversos nombres: "acacia", "morazán", y "flor de fuego"; en Guatemala: "argentina"; en Costa Rica: "flor de fuego" y "jazmín" (Standley & Williams, 1975). Ubicación Taxonómica (Anexo 1).

Generalidades.

Ixora coccinea es originaria de Asia Meridional; es una planta arbustiva lamiña, con hojas de color verde intenso en el haz y verde claro en el envés, sésiles, decusadas o casi redondeadas, comúnmente de 4 a 9 cm. de largo, el ápice es redondeado o casi agudo, algo angosto hacia la base, más o menos acorazonadas; de inflorescencia cimosa con muchas flores sésiles o casi sésiles, vistosas por lo cual atraen a los viveristas, cáliz diminuto, rojizo con 4 lóbulos triangulares o agudos; corola roja, casi lamiña, con un tubo muy delgado de 2.5 cm. de largo, con 4 lóbulos extendidos, ovados, oblongos, como de un cm. de largo, 4 estambres unidos a la corola, un estigma bilobulado que sobresale ligeramente de la corola, fruto rara vez se observa, forma elíptica, poco fértil (Standley & Williams, 1975). La reproducción de esta planta se lleva a cabo por estacas y acodo principalmente.

. La reproducción por estacas, es conocida como reproducción asexual indirecta o agásmica y se efectúa con

partes de una planta (Llano, 1952).

La reproducción asexual es el procedimiento por el cual el vegetal se multiplica sin que se vea involucrado el proceso de fecundación, se basa en la capacidad de regeneración de tejidos poco diferenciados en un vegetal completo (Córdova, 1976).

Según Denys (1962) la forma más segura de reproducir las buenas características de una planta, es por medios vegetativos, entre cuyos métodos está la multiplicación por estacas.

Fiester (1957) cita al gunce autor que han experimentado la propagación del café por estacas en gran escala y extensivamente en los siguientes países: Puerto Rico, Kenya y Nicaragua.

Uno de los factores que se les ha prestado mayor atención es el tamaño y tipo de estacas. A este respecto Arroyo (1950) en Nicaragua, realizó ensayos con estacas de café de una longitud de 27 a 38 pulgadas. La mayoría de los investigadores utilizaron de uno o varios nudos y hasta 10 pulgadas de longitud cuando se plantaban en propagadoras (Palacios, 1973).

Fierne (1940, citado por Fiester, 1957) realizó investigaciones en estacas de café para lograr la reproducción tomando en cuenta: los nudos, yemas, longitud y grosor obteniendo los mejores resultados en las estacas vigorosas. Además Reafio (1940), comprobó que al cortarle

la mitad de las hojas después de 24 horas de sembradas enraizaron mejor, en comparación con aquellas que se les dejaron intactas las hojas, o a las que se les quitaron completamente.

La edad de la planta madre afecta la facultad de enraizamiento de las estacas, al comparar la capacidad de enraizamiento de estacas de árboles de uno, seis y doce años se observó que las estacas de plantas de un año enraizaron casi el 100%, las estacas provenientes de árboles de seis años alrededor del 45%, siendo esporádico el enraizamiento del material tomado de árboles de doce años. (Van Overbeek, 1959), por su parte, Gibbons (1938), Roelofsen (1939), y Gilbert (1946), citados por Palacios, 1973) afirman que existen diferencias en el enraizamiento y crecimiento de estacas, algunas enraizan y crecen rápidamente mientras que otras lo hacen lentamente.

Uno de los factores de gran importancia es el medio enraizador. En Guatemala informa Palacios, (1973) los mejores medios de enraizamiento son: arena de río y tierra vegetal, para El Salvador en ensayos de cacao realizados en la hacienda La Carrera la arenada río dio los mejores resultados (Denys, 1962) Los mismos resultados se obtuvieron en Puerto Rico, Guiscafre-Arrillaga (1946, citado por Palacios 1973).

Una formación rápida de raíces, ocurre en la mayoría de casos, cuando el sustrato es ligero, suelto, esterilizado,

-8-

de buena fertilidad, temperaturas abrigadas y humedad continua, pero no excesiva, ya que la falta de oxígeno es perjudicial (Zemoni, 1975). Cuando se trata de provocar raíces en estacas de enraizamiento difícil debe prestarse mucha atención a las condiciones ambientales, favoreciendo la iluminación y humedad adecuada (Hartman & Kester, 1968, citados por Weaver, 1984).

Se sabe que la mayoría de las actividades fisiológicas de las plantas están gobernadas por un conjunto de compuestos orgánicos producidos por ellas mismas y que a bajas concentraciones regulan sus procesos fisiológicos, dichos compuestos se llaman fitohormonas y su característica principal es que se desplazan dentro de la planta (Alvarez, 1987). El crecimiento en las plantas es un proceso dinámico, complejo y está rigurosamente controlado, en el que las fitohormonas (reguladores del crecimiento vegetal), ejercen el papel principal (Alvarez, 1987).

Actualmente se reconocen siete tipos de reguladores de crecimiento auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno, ácido abscísico, inhibidores y poliaminas (Guevara, 1987). Para el caso interesan las auxinas, que desde su descubrimiento y caracterización química, se han realizado muchas investigaciones, sobre la regulación del crecimiento vegetal y se ha comprobado que la auxina natural de las plantas es el Ácido Indol-3-Acético (AIA), el cual se

encuentra en forma libre y combinada (Devlin, 1980).

La auxina juega un papel determinante en la diferenciación de muchos tipos de meristemos, incluyendo raíces, yemas, y flores. (Leopold, 1962).

* Los primeros que demostraron que las auxinas estimulaban la formación de raíces adventicias en la propagación assexual, fueron Thimann & Went (1934, citados por Weaver, 1984).

Se deduce que el método de propagación por estacas presenta algunos inconvenientes, como es el caso que muchos géneros presentan dificultades de arraizar, este inconveniente tiende a desaparecer con el estudio y empleo de reguladores de crecimiento. (Zanoni, 1978). Según Hurtado, et al., (1987) se pueden producir grandes cantidades de Ácido Indol-3-Acético, pero se tiene el inconveniente que se degrada con la luz, por ello se han buscado compuestos más estables, los más usados son: compuestos Indólicos: ácido indolbutírico (IBA), ácido naftalenacético (ANA), estos compuestos son de dos a cinco veces más potentes que el ácido indol acético (IAA). Ácidos fenoxiacéticos y derivados: ácido 2, 4-diclorfenoxiacético (2, 4-D), ácido 2, 4, 5-triclorfenoxiacético (2, 4, E-T), ácido metil-clorofenoxiacético, (MCPA) ácido tricloropicolinico. (PICLORAM).

Thimann & Went (1934, citados por Weaver, 1984)

comprobaron que las auxinas generalmente ejercen el control primario en la formación de raíces. Los reguladores del crecimiento pueden modificar el tipo y la formación de raíces (Devlin, 1980).

Según Baullemer & Went (1933, citados por Weaver, 1984) existe una o varias sustancias en las hojas, yemas y cotiledones que se desplazan en la planta estimulando la formación de raíces, dichas sustancias se llaman "rizocalinas" que interactúan con las auxinas.

Las propiedades de las auxinas sintéticas para incluir la formación de raíces, han sido ampliamente usadas en la propagación de muchas especies hortícolas y forestales.

Skoog & Tissi (1948) comprobaron que cuando las auxinas y los constituyentes de las plantas de tabaco, purinas y adeninas es baja, el meristemo de los tallos tendían a formar yemas y primordios de hojas, cuando estas cantidades eran intermedias solo formaba callos, pero cuando eran altas produjeron raíces.

Cooper, (1936) encontró que las estacas del limonero respondieron al tratamiento con auxinas, formando raíces laterales.

Warmake (1950), trabajando con segmentos de raíces de Taraxacum officinale, "diente de león", encontraron que las condiciones óptimas del ácido Indol Butírico (IBA), para estimular el desarrollo de raíces fueron 12.5 y 25 ppm. Y las condiciones óptimas del ácido Naftalenacético (ANA)

para inducir la formación de raíces fueron 25, 50 y 100 ppm. Fiesther (1957), realizó trabajos en Puerto Rico en estacas de café y comprobó que las estacas vigorosas respondieron mejor a los reguladores del crecimiento, que las estacas débiles.

Chase & Strain (1967, citados por Zanoni, 1972), realizaron un estudio con estacas de 14 especies leñosas perennes tratadas con "Rootone", de las cuales enraizaron 9 especies por efecto de dicho producto.

Whiteman & Wiant (1967), comprobaron que las estacas terminales de Sequoia sempervirens, enraizaron en un 12 y 34 % respectivamente y las estacas tratadas con "Rootone" aumentaron ligeramente el enraizado en un 16 y 34 %.

Hycote (1954), estudió estacas de Robinia pseudoacacia var. besoniana, tratadas con "Hortone A" y encontró resultados significativos.

Los resultados de las investigaciones antes mencionadas inducen a pensar que, el estado fisiológico del árbol y la época de recolección de estacas son factores influyentes sobre el enraizamiento cuando se emplean reguladores del crecimiento vegetal, cada especie tiene su época óptima para lograr un mayor éxito en la propagación por estacas lo cual debe precisarse por medio de ensayos (Naundorf, 1951).

Según Weaver (1984), el ácido Indol Butirico produce un sistema de raíces fuertes y fibrosas. Sin embargo, Hitchcock & Zimmerman (1940), comprobaron que las

sustancias promotoras del enraizado son a menudo más eficaces cuando se utilizan en combinación en partes iguales de IBA y ANA provocando un porcentaje más alto de estacas enraizadas en algunas especies.

Ver Overbeek (1959), opina que las auxinas endógenas favorecen el alargamiento celular y promueven la formación de raíces, en otras investigaciones comprobaron que las auxinas sintéticas como el ácido Naftalenacético y el 2,4-Diclorofenoxiacético, también promueven la formación de raíces.

En África Occidental y las Islas del Caribe se utiliza una mezcla de ácido Indol Butírico (IBA) y ácido Naftalenacético (ANA), en la propagación del cacao y se ha convertido en método estándar de la propagación de cacao a partir de estacas, (Weaver, 1984).

Los resultados obtenidos por Rojas Piñeda (1968) demostraron que las estacas de manzanas tratadas con ácido Indolacético, enraizaron en un porcentaje menor que las estacas tratadas con Rootone, las cuales produjeron grados de enraizamiento similares al testigo, ésto después de 5 meses de observación. Palacios, (1973) trabajando con estacas de café y utilizando como tratamientos orina de vaca, "Rootone" y el ácido Indolacético, obtuvo los mejores resultados con orina de vaca y "Rootone", los cuales fueron superiores al ácido Indolacético, el cual no mostró diferencias con el testigo.

Zanoni (1975), ensayando 8 especies forestales, tratadas con "Rootone F", incrementó la taza de germinación a 63.13 %, también aumentó el promedio de raíces por estacas enraizadas. Esto lo obtuvo 12 semanas después de observación.



MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el invernadero del Parque Saburo Hirao, ubicado en la colonia Nicaragua, a una altura de 675 m.s.m., y a una temperatura media de 21 C (M.A.G., 1984); la latitud del lugar es de 09° 72', (W) y 13° 46' 35" (I.G.N., 1974).

Los principales datos climatológicos registrados en la estación experimental de San Salvador, en el Instituto Tropical de Investigaciones Científicas (CITC) para los meses que estuvo instalado el experimento fueron los siguientes: Para el mes de agosto, la temperatura seca promedio fue de 23.9 C, temperatura húmeda promedio 23.3 C, Precipitación pluvial 443.4 mm., humedad relativa promedio 95% y nubesidad promedio de 7.2. Para el mes de septiembre la temperatura seca promedio fue de 23.4 C, temperatura húmeda promedio 22.7 C, precipitación pluvial 441.9 mm., humedad relativa promedio 94 % y nubesidad promedio de 6.9. Para el mes de octubre la temperatura seca promedio es de 24.1 C, temperatura húmeda promedio 21.1 C, precipitación pluvial 234.4 mm., humedad relativa promedio 76 % y nubesidad promedio de 5.7 (M.A.G., 1988).

La investigación se ejecutó bajo el diseño estadístico de bloques al azar en parcelas divididas; con 6 tratamientos, cuatro repeticiones en dos tipos de estacas. (Anexo 2). (Reyes Castañeda, 1978).

Para conformar cada tratamiento se utilizaron 8 estacas de la especie Ixora coccinea: 4 estacas apicales y 4 estacas basales, a las cuales se les aplicó la concentración correspondiente de ácido Naftalenacético.

Los tratamientos consisten en aplicarles a 4 grupos de estacas basales, las diferentes concentraciones.

El efecto enraizador de las diferentes concentraciones aplicadas en las estacas se comparó con el tratamiento patrón o testigo el cual se conformó por un número igual de 8 estacas: un grupo de 4 estacas apicales y un grupo de 4 estacas basales.

Se utilizó el método de Remojo Prolongado que consiste en la aplicación del regulador de crecimiento en solución, a la base de las estacas en un lapso de tiempo determinado utilizando diferentes concentraciones de la hormona de crecimiento (Weaver, 1984).

Medio de Propagación.

El medio de propagación que se usó fue arena lavada la cual se depositó en bolsas de polietileno de 6 pulgadas de ancho por 9 pulgadas de largo. Cada una rotulada con la concentración correspondiente según cada tratamiento.

Preparación del ácido Naftalenacético.

Las concentraciones del ácido Naftalenacético (ANA) se prepararon en el laboratorio de la Facultad de Química y

Farmacia de la Universidad de El Salvador, un dia anterior a la realización del ensayo, las concentraciones se colocaron en frascos de vidrio transparentes y fueron trasladadas al Parque Seburo Hiraq. (cuadro 1)

Preparación de las estacas.

Del tercio superior de los arbustos de Ixora, se colectaron ramae jóvenes que tuvieran 12 nudos con sus respectivas hojas y de aproximadamente 60 cms. de largo con un diámetro lo más uniforme posible (Fig. 1) De cada rama se prepararon dos tipos de estacas: Estaca apical (E1) y Estaca basal (E2), con una longitud de 30 cms., cada una; dichas estacas deben poseer 6 nudos con sus hojas; 3 de estos para los brotes y 3 para formar raíces (Fig. 2) Las estacas se prepararon haciendo un corte horizontal a nivel del nudo inferior de la rama y se le quitó los 3 pares de hojas de la parte basal. Se prepararon 96 estacas apicales y 96 estacas basales, por cada tratamiento; en total 192 estacas, fueron colocadas en las respectivas concentraciones, permaneciendo en estas por un tiempo de 6 horas e inmediatamente después fueron sembradas en el propagador (Figura 3). Cada estaca se colocó en su respectiva bolsa de polietileno debidamente envueltada y permanecieron en el invernadero desde el 10 de agosto al de 10 de octubre de 1988, por 8 semanas, ya que se consideró que este era el tiempo prudencial para iniciar el

enraizamiento.

La edad de las estacas oscila entre 5 y 6 años.

Cuidados posteriores a la siembra.

Después de 24 horas de sembradas las estacas, se procedió a quitárselas la mitad de las hojas, por un corte transversal.

El medio se mantuvo húmedo aplicándole agua todos los días por el método de nebulización, utilizando para ello la boquilla de la manguera.

Posteriormente a las 8 semanas se procedió a contar y medir las raíces presentes en las estacas enraizadas. Analizando estos datos bajo el diseño estadístico.

Vinculación del proyecto.

Este trabajo de investigación cuenta con la colaboración de la Dirección de Patrimonio Natural, a través del Parque Saburo Hirao donde se realizó el experimento.

Analisis estadístico.

Según REYES Castañeda (1978); Alvarado Lozano (1987), el análisis abarca dos partes: a) Hacer el análisis de varianzas de las parcelas grandes y b) Análisis de las parcelas pequeñas o subparcelas. La distribución aleatoria de los tratamientos asignados a las parcelas grandes se llevó a cabo según el diseño seleccionado.

Los tratamientos asignados a las parcelas pequeñas fueron distribuidos dentro de cada parcela grande, efectuando una distribución aleatoria independiente para cada una de ellas, de la siguiente forma:

Analisis de Varianzas: (Cuadro 2)

1- Cálculo del Factor de Conección. (FC)

$$FC = \frac{(Y_{...})^2}{ebr} \quad \text{Donde}$$

$Y_{...}$ = Gran total

ebr = Número de datos u
observaciones de donde
proviene el gran total.

2- Cálculo de la suma de cuadrado de los totales (SC total).

$$S.C. \text{ total} = \sum Y_{ijk}^2 - FC$$

Donde:

Y_{ijk} = es cada una de las observaciones o datos del experimento.

3- Cálculo de la suma de Cuadrado de los Tratamientos.

$$S.C. \text{ Repeticiones} = \sum Y_{i..}^2 / ab - FC$$

4- Cálculo de la suma de Cuadrado de las Repeticiones.

$$S.C. \text{ Tratamientos} = \sum Y_{..j}^2 / k/b - FC$$

5- Cálculo de suma de Cuadrado del error experimental

$$S.C. \text{ error exp.} = SC \text{ total} - (SC \text{ trat.} + SC \text{ Repeticiones})$$

6- Cálculo de la suma de Cuadrado del Sub total-

$$S.C. \text{ Sub total} = \sum Y_{ij.}^2 / b - FC.$$

7- Cálculo de la suma de Cuadrado de los bloques.

$$S.C. \text{ bloques} = \sum Y_{...k}^2 / eb$$

8- Cálculo de la suma de Cuadrado de la parcela grande (estacas)

$$S.C. \text{ estacas} = \sum Y_{..j}^2 / b/n - FC$$

9- Cálculo de la suma de Cuadrado del error "a" (SC error)

"a")

S.C. error "a" = SC Sub total - (S.C. bloques + S.C. estacas)

10- Cálculo de la suma de Cuadrado de las concentraciones

$$S.C. conc. = \sum Y_{i,k}^2 / \text{ter} - FC.$$

11- Cálculo de la suma de cuadrado de las interacciones estacas por concentraciones.

$$S.C. int. estacas \times concient. = S.C. tratamientos - FC - S.C. estacas + concient.$$

12- Cálculo de la suma de Cuadrado del error "b"

$$\bullet \quad S.C. \text{ error } "b" = SC \text{ total} - (S.C. \text{ Sub total} + SC \text{ concentraciones} + SC \text{ int. estacas} \times \\ \text{concentraciones})$$



Prueba de Duncan.

Es una prueba estadística que sirve para determinar que factor aplicado es el mejor, en el caso específico se ensayaron dos factores (tipos de estacas, concentraciones).

Pasos a seguir:

1. Ordenar las medidas de mayor a menor
2. Encontrar el valor para \bar{s}_x = desviación estandar de medias
3. Hacer cuadro de doble entrada.

Fórmula a aplicar.

Medias de las estacas:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Medias de las concentraciones:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_e}{n_e}$$

Desviación estandar de medias:

a) Para estacas

$$\bar{s}_x = \sqrt{\frac{CME_a}{r_{xe}}}$$

b) Para concentraciones

$$\bar{s}_x = \sqrt{\frac{CME_b}{r_{xe}}}$$

Donde:

\bar{E}_1 = representa las estacas apicales.

\bar{E}_2 = representa las estacas basales.

\bar{x} = representa las medias de las estacas y concentraciones

C.M.E = Cuadrado medio del error.

s_x = Desviación estandar de medias

0,05 = Nivel de significancia.

LSD = Límite de diferencia significativa.

Cuadro No. 1 Factores en estudio son:

El Ácido Naftalenacénico (ANA) y

Los tipos de estacas: Apical (E1)

Basal (E2)

Los tratamientos en Estudio son:

A ₀	0.0	ppm.	de Ácido Naftalenacético (ANA)
A ₁	10.0	ppm.	de Ácido Naftalenacético (ANA)
A ₂	15.0	ppm.	de Ácido Naftalenacético (ANA)
A ₃	20.0	ppm.	de Ácido Naftalenacético (ANA)
A ₄	25.0	ppm.	de Ácido Naftalenacético (ANA)
A ₅	50.0	ppm.	de Ácido Naftalenacético (ANA)



CUADRO N°. 2 - ANALISIS DE VARIANZA EN PARCELAS DIVIDIDAS PARA ESTABLECER
LAS CONCENTRACIONES Y TIPOS DE ESTACAS.

F.de V.	G.L.
Repeticiones o bloques	$r - 1 = 3$
Estacas.	$e - 1 = 1$
Error "a"	$(r-1) (e-1) = 3$
SUB-TOTAL	= 7
Concentraciones	$(b - 1) = 5$
Estacas por concentraciones	$(e - 1) (b - 1) = 5$
Error de "b"	$(ebr-1)-17 -30$
TOTAL	$(ebr-1) = 47$

Donde

F. de V. = Factor de Varianza

G.L. = Grados de Libertad

Donde

"a" = repeticiones (4)

e = tipos de estacas (2)

b = concentraciones (6)

Error de "a" = error de la parcela grande.

Error de "b" = error de la parcela pequeña.

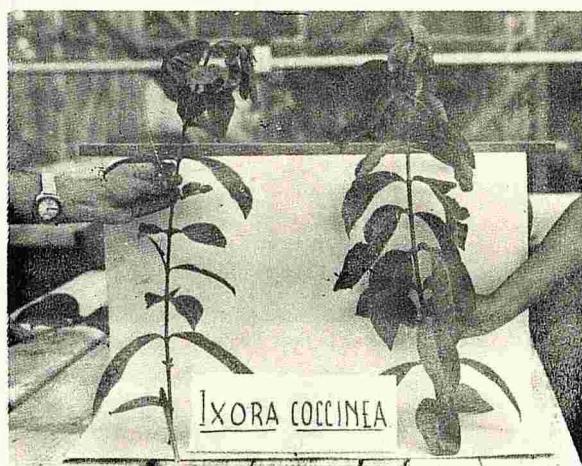


Fig. 1— Características de las estacas.

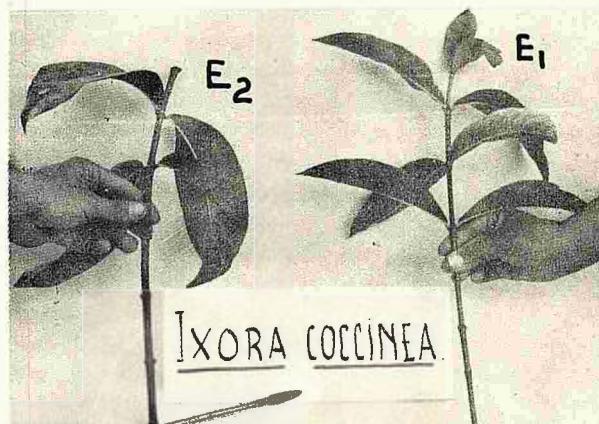


Fig. 2— Tipo de estacas: Estaca Apical (E₁) y Estaca basal (E₂).



Fig. 3— Inmersión de estacas en su respectiva concentración.

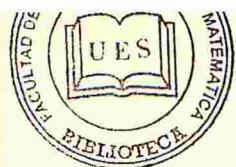
RESULTADOS

Los datos obtenidos sobre el número de raíces por estacas a las ocho semanas de montado el experimento se presentan en el cuadro No. 3. En términos generales, se puede observar con base a dichos datos, que las estacas basales superaron ligeramente a las apicales en cuanto a la producción de raíces.

Los resultados del análisis de varianza general para la variable número de raíces por tratamiento se presentan en el cuadro No. 4, el cual evidencia que no hubo diferencias significativas entre repeticiones ni al 5 % ni al 1 %; sin embargo, se observa una diferencia altamente significativa entre tratamientos, constituidos por las diferentes concentraciones evaluadas. Los cuadros No. 5 y No. 6, presentan los datos que serán utilizados en el Análisis de Varianza desglosado (Cuadro No. 6).

En el Cuadro No. 7, se presenta el análisis de varianza desglosado para los efectos principales e interacciones. En cuanto a los efectos principales, se observa una diferencia altamente significativa entre los tipos de estacas evaluadas (estaca basal y estaca apical), siendo las basales las que superaron a las estacas apicales en cuanto a la formación de raíces. Esto se puede ver mediante la prueba de Duncan (Cuadro No. 8).

En relación a las concentraciones evaluadas, estas también presentan diferencias estadísticas altamente



significativas; no así en el caso de las interacciones entre estacas por concentraciones las cuales no presentan diferencias estadísticas ni al 5 % ni al 1 %.

Al efectuar la comparación de medias aritméticas (Cuadro No. 9 y No. 10) entre las estacas evaluadas se observa que la estaca (E2) superó estadísticamente a la estaca apical (E1) presentando diferencias significativas al 5 %. Por otra parte, al hacer la comparación de medias entre las diferentes concentraciones evaluadas, se observa que la concentración 50 ppm. fue más efectiva que las otras concentraciones; sin embargo la de 25 ppm. también dio resultados satisfactorios en cuanto a formación de raíces por lo que, para efectos de propagación a escala comercial se puede utilizar perfectamente esta concentración por ser la que resulta más económica. (Cuadro No. 11 y No. 12).

Los resultados anteriormente detallados evidencian el aspecto estimulante del ANA en la formación de raíces en las estacas de Ixora coccinea.

Todos los tratamientos superaron estadísticamente al testigo en una forma significativa, sin embargo, dentro de las concentraciones evaluadas, el tratamiento Ab que comprende 50 ppm. fue el que presentó mayor número de raíces, tanto en las estacas apicales como en las basales. (Fig. 4 y 5).

En el Cuadro No. 13 se presentan los datos de la longitud de las raíces por estacas a las ocho semanas, los

cuales son de valiosa ayuda para el análisis de varianza general para la variable longitud de raíces. En el Cuadro No. 14 se observa que al comparar los Factores Calculados con la "F" Tabulada (F Tablas.) en el factor tratamientos o concentración, la primera superó considerablemente a la segunda lo que implica un alto grado de significancia estadística entre los tratamientos evaluados.

En el caso de bloques o repeticiones, éstas no presentaron ninguna diferencia estadística. Los Cuadros No. 15 y No. 16 presentan los datos que fueron utilizados para la elaboración del análisis de varianza desglosado para los efectos principales e interacciones presentado en el Cuadro No. 17, en donde se observa nuevamente que ni los bloques ni las estacas presentan diferencias estadísticas; sin embargo, las concentraciones resultaron con una diferencia altamente significativa al 5 % y 1 %. Por otra parte, el análisis estadístico no presentó diferencias significativas en lo referente a la interacción entre estacas por concentraciones. En el Cuadro No. 17 se analiza la prueba de Duncan y en términos generales, se puede afirmar que también para la variable longitud de raíces el ANA tuvo un notable efecto estimulante en la formación y longitud de raíces en las estacas de Ixora; asimismo se pudo observar que las estacas apicales superaron ligeramente en longitud de raíces a las estacas basales, sin embargo la diferencia no resultó significativa.

estadísticamente. (Cuadro No. 19 y No. 20).

Todos los tratamientos superaron al testigo, siendo la concentración A5 (50 ppm) la que resultó superior estadísticamente al resto de los tratamientos. (Cuadro No. 21 y No. 22).

CUADRO No. 3 - NUMEROS DE RAICES POR ESTACAS A LAS OCHO
SEMANAS DE SEMBRADAS.

TIPOS DE ESTACAS	CONCENTRACIONES PPM	REPETICIONES						MEDIA
		I	II	III	IV	TOTAL		
E1 APICAL	A0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	A1	10.0	43	46	51	47	187	46.75
	A2	15.0	51	61	53	69	234	58.50
	A3	20.0	74	83	81	84	322	80.50
	A4	25.0	102	96	95	97	390	97.50
	A5	50.0	117	112	116	102	447	111.75
SUB-TOTAL		387	398	396	399	1580	—	
E2 BASAL	A0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	A1	10.0	50	44	42	46	182	45.50
	A2	15.0	64	57	67	60	248	62.00
	A3	20.0	80	87	91	88	346	86.50
	A4	25.0	102	104	101	103	415	103.75
	A5	50.0	119	123	120	122	484	121.00
SUB-TOTAL		415	415	421	424	1675	—	
TOTAL DE BLOQUES		802	813	817	823	3255	—	

a) ANALISIS DE VARIANZA GENERAL PARA EL NUMERO DE RAICES

1- Cálculo del factor de corrección

$$FC = Y^2 / abr = (3255)^2 / 48 = 220729.69$$

2 Cálculo de la suma de cuadrado de los totales

$$\begin{aligned} SC_{\text{totales}} &= (403)^2 + \dots (555)^2 + \dots (96)^2 + \dots (102)^2 + \dots (115)^2 \\ &\quad + \dots (122)^2 - FC \end{aligned}$$

$$292199.00 - 220729.69 = 71469.3125$$

3 - Cálculo de la suma de cuadrado de los tratamientos

$$\begin{aligned} SC_{\text{tratam.}} &= (187)^2 + \dots (447)^2 + \dots (249)^2 + \dots (484)^2 - FC \\ &\quad - \dots \end{aligned}$$

$$1166143.00 - 220729.69 = 70806.0627$$

4

4 - Cálculo de la suma de cuadrado de las repeticiones

$$\begin{aligned} SC_{\text{bloques}} &= (802)^2 + (8125)^2 + (8117)^2 + (823)^2 \\ &\quad - \dots \end{aligned}$$

12

$$2648991.0 - 220729.69 = 19.562561$$

12

5- Cálculo de la suma de cuadrado del error experimental

$$\begin{aligned} SC_{\text{error exp.}} &= 71469.3125 - (70806.0627 + 19.562561) \\ &= 71469.3125 - 70825.6253 \end{aligned}$$

$$= 643.687195$$

CUADRO N°. 4 - ANALISIS DE VARIANZA GENERAL. PARA EL NUMERO DE RAICES

F. DE VARIANZA	G. DE LIBERTAD	S. DE CUADRADOS SC	VARIANZA	F. CALCULADO	F. TABLAS 5% 1%
REPETICIONES	3	19.562561	6.52085368	.334305503 NS	2.88 4.42
TRATAMIENTOS	11	70806.0627	6436.91479	330.002196**	2.08 2.82
ERROR EXPERIMENTAL	33	643.687195	19.5056726	—	—
TOTAL	47	71469.3125	—	—	—

n1 = No Significativo

** = Altamente Significativo

Cálculo de los efectos principales e interacciones para el Análisis de Varianza desglosado.

Cuadro No. 5 - DOBLE ENTRADA PARA ESTACAS POR REPETICIONES.

ESTACAS	REPETICIONES				TOTAL
	I	II	III	IV	
E1	387	398	396	399	1580
E2	415	415	421	424	1675
TOTAL	802	813	817	823	3255

Cálculo del Factor de Corrección.

$$(3255) / 48 = 220729.69$$

6- Cálculo de la suma de cuadrado del Sub total.

$$\text{SC}_{\text{subtotal}} = \frac{(387)^2 + \dots + (399)^2 + \dots + (415)^2 + \dots + (424)^2}{6} - \text{FC} = 213.15$$

7- Cálculo de la suma de cuadrado de los bloques.

$$\text{SC}_{\text{bloques}} = \frac{(802)^2 + (813)^2 + (817)^2 + (823)^2}{12} - \text{FC} = 19.56$$

8- Cálculo de la suma de cuadrado de la parcela grande (estacas)

$$\text{SC}_{\text{estacas}} = \frac{(1580)^2 + (1675)^2}{24} - \text{FC} = 189.02$$

9.- Cálculo de la suma de cuadrado del error "a".

$$SC = 213.15 - (19.56 + 188.02) = 5.56$$

error "a"

CUADRO N°. 6 - DOBLE ENTRADA DE LA INTERACCION ESTACAS POR CONCENTRACIONES

ESTACAS	CONCENTRACIONES						TOTAL
	A0	A1	A2	A3	A4	A5	
E1	0.0	187	234	322	390	447	1580
E2	0.0	182	248	346	415	484	1675
TOTAL	0.0	369	482	668	805	931	3255

10.- Cálculo de la suma de cuadrado de las concentraciones.

$$SC = \frac{(369)^2 + \dots (668)^2 + \dots (931)^2 - FC}{2 \times 4} = 70457.19$$

concent.

11.- Cálculo de la suma de cuadrado de las interacciones estacas por concentraciones.

$$SC = \frac{(187)^2 + \dots (390)^2 + \dots (248)^2 + \dots (484)^2}{estacas \ por \ conc.}$$

$$11661443 - 220729.69 - 188.02 - 70457.19 = 160.85$$

4

12.- Cálculo de la suma de cuadrado del error de "b"

$$SC = 71469.3125 - (213.15 + 70457.19 + 160.85)$$

error "b" = 639.12

CUADRO No. 7.- ANALISIS DE VARIANZA DESGLOSADO (ANVA) PARA EFECTOS PRINCIPALES E INTERACCIONES.

-35-

F. DE VARIANZA	G. DE LIBERTAD	S. DE CUADROS	VARIANZA	F. CALCULADO	F. TABLAS 5% 1%
BLOQUES	3	19.56	6.52	3.52 ^{ns}	9.28 29.46
ESTACAS	1	188.02	188.02	101.4 **	10.13 34.12
ERROR -a-	3	5.56	1.85	—	—
SUB-TOTAL	7	213.15	30.45	—	—
CUNCEN.	5	70457.19	14091.44	662.48 **	2.53 3.70
ES X CO ₂	5	160.85	32.17	1.51 ^{ns}	2.53 3.70
ERROR -b-	30	638.12	21.27	—	—
TOTAL	47	71469.31	—	—	—

ns = no significativo

** = altamente significativo.

PRUEBA DE DUNCAN.

CUADRO N°. 8 - PRUEBA DE DUNCAN DE DOBLE ENTRADA ESTACAS
POR CONCENTRACIONES.

ESTACAS	C O N C E N T R A C I O N E S					TOTAL	
	A0	A1	A2	A3	A4		
E1	0.0	187	234	322	390	447	1580
E2	0.0	182	248	346	415	484	1675
TOTAL	0.0	369	482	668	805	931	3255

Media para estacas. (E1, E2)

$$\bar{x} = \frac{1580}{e_1} = \frac{1580}{4 \times 6} = 65.83$$

$$\bar{x} = \frac{1675}{e_2} = \frac{1675}{24} = 69.79$$

Ordenar las medias de mayor a menor.

$$\bar{x} = 69.79 \quad \bar{x} = 65.83$$

CUADRO No. 9 - DOBLE ENTRADA PARA ESTABLECER LA DIFERENCIA
SIGNIFICATIVA ENTRE ESTACAS APICALES Y BASALES

$$\bar{x}_{e2} = 69.79 \quad \bar{x}_{es} = 65.83$$

$$\bar{x}_{e1} = 65.83 \quad * \\ 3.96$$

$$\bar{x}_{e2} = 69.79$$

Cálculo de la desviación estandar de medias.

$$s\bar{x} = \sqrt{\frac{1.85}{24}}$$

$$s\bar{x} = 0.278$$

CUADRO No. 10 - LIMITE DE SIGNIFICANCIA DE DUNCAN (LSD)
PARA NUMERO DE RAICES DE LAS ESTACAS.

No. PROMEDIO

2

MULTIPLICO 5 % 4.50 $\times 0.2783 = s\bar{x}$

LSD 1.251

Media para concentraciones

$$\bar{x} = \frac{0.0}{0} = 0.0$$

$$\bar{x} = \frac{805}{4} = 100.63$$

$$\bar{x} = \frac{369}{1} = 369$$

$$\bar{x} = \frac{931}{8} = 116.38$$

$$\bar{x} = \frac{482}{2} = 482$$

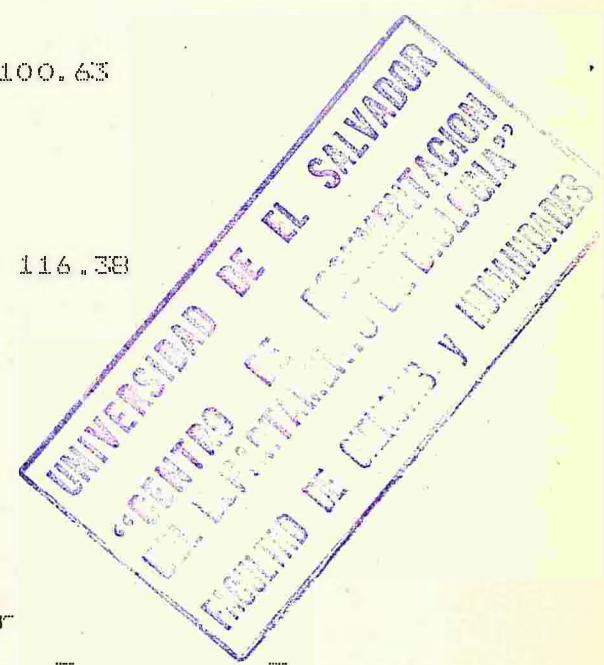
$$\bar{x} = \frac{668}{8} = 83.50$$

Ordenar las medias de mayor a menor

$$\bar{x} = 116.38 \quad \bar{x} = 100.63 \quad \bar{x} = 83.50 \quad \bar{x} = 60.25 \quad \bar{x} = 46.13$$

CUADRO No. 11. - DOBLE ENTRADA PARA ESTABLECER LA DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS CONCENTRACIONES.

	x 5	x 4	x 3	x 2	x 1	x 0
	116.38	100.63	83.5	60.25	46.13	0.0
\bar{x} 0	0.00	116.38	100.63	83.5	60.25	46.13
\bar{x} 1		70.25	54.5	37.37	14.12	—
\bar{x} 2			40.38	23.25	—	—
\bar{x} 3			32.88	17.13	—	—
\bar{x} 4				15.75	—	—
\bar{x} 5					—	—



2- Cálculo de la desviación estandar de medias

$$\bar{s_x} = \sqrt{\frac{CME}{n_{x_2}}} \quad \bar{s_x} = 1.63$$

$$\bar{s_x} = \sqrt{\frac{21.27}{4 \times 2}}$$

CUADRO No. 12 - LIMITE DE SIGNIFICACION DUNCAN (LSD)

PARA NUMERO DE RAICES DE LAS CONCENTRACIONES

No.	PROMEDIO	2	3	4	5	6
t MULTIPLE 5%	2.89	3.04	3.12	3.20	3.25	$\times 1.63$
LSD	4.71	4.96	5.09	5.22	5.30	-----

Al comparar las medias (\bar{x}) del cuadro 11, con el límite de significancia Duncan para número de raíces (Cuadro 12), se toman cada una de las posiciones de la (x_1), de la manera siguiente : se analiza la (x_5) con la posición No. 6, la cual resulta igual a 5.30 este dato se compara con 116.38 lo cual indica que la media (\bar{x}_5) es significativa (*) con respecto al dato comparado. Lo anterior se repite para los siguientes datos.

CUADRO No. 13 - LONGITUD DE LAS RAICES POR ESTACAS A LAS
OCHO SEMANAS DE SEMBRADAS.

TIPOS DE ESTACAS	CONCENTRACIONES	REPETICIONES						
		PF'M.	I	II	III	IV	TOTAL	MEDIA
E1	A0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	A1	10.00	1.86	2.32	2.17	2.40	8.75	2.18
	A2	15.00	2.65	2.52	1.97	2.71	9.85	2.46
	A3	20.00	5.19	4.91	7.10	6.50	23.7	5.95
	A4	25.00	9.04	8.55	8.35	8.50	34.44	8.61
	A5	50.00	12.96	11.31	12.29	10.44	47.00	11.75
SUB--TOTAL		31.70	29.61	31.88	30.55	123.74		
E2	A0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	A1	10.00	2.15	2.07	2.42	2.65	9.29	2.32
	A2	15.00	2.67	2.90	1.88	2.66	10.11	2.52
	A3	20.00	5.96	5.47	6.54	6.60	24.57	6.14
	A4	25.00	8.27	8.14	6.66	8.13	31.20	7.80
	A5	50.00	12.12	12.43	11.39	9.73	45.67	11.41
SUB--TOTAL		31.17	31.01	29.89	29.77	120.84		
TOTAL DE BLQCUES		62.87	60.62	60.77	60.32	244.58		

b) ANALISIS DE VARIANZA GENERAL PARA LA LONGITUD DE RAICES

1- Cálculo del factor de corrección

$$FC = Y^2 / abr = (244.58)^2 / 48 = 1246.23$$

2- Cálculo de la suma de cuadrado de los totales.

$$\begin{aligned} SC_{\text{totales}} &= (1.86)^2 + \dots (2.71)^2 + \dots (9.04)^2 + \dots (2.07)^2 + \dots \\ &\quad (9.73)^2 - FC \end{aligned}$$

$$2010.90 - 1246.23 = 764.706592$$

3- Cálculo de la suma de cuadrado de los tratamientos

$$\begin{aligned} SC_{\text{trat.}} &= (8.755)^2 + \dots (47.00)^2 + \dots (10.11)^2 + \dots (45.67)^2 - FC \\ &\quad 4 \end{aligned}$$

$$7981.76 = 1995.44 - 1246.23 = 749.207643$$

4

4- Cálculo de la suma de cuadrado de las repeticiones.

$$\begin{aligned} SC_{\text{repe.}} &= (62.87)^2 + (60.62)^2 + (60.77)^2 + (60.32)^2 - FC \\ &\quad 12 \end{aligned}$$

$$14958.9 = 1246.575 - 1246.23 = 0.339375496$$

12

5- Cálculo de la suma de cuadrado del error experimental.

$$SC_{\text{err exp.}} = 764.70 - (749.21 + 0.339375) = 15.1595731$$

CUADRO N°. 14 - ANALISIS DE VARIANZA GENERAL. PARA LA LONGITUD DE RAICES

F. DE VARIANZA	G. DE LIBERTAD	S. DE CUADRADOS SC	VARIANZAS	F. CALCULADO	F. TABLAS 5% 1%
REPETICIONES	3	0.339375496	.113125165	.24625546 ^{NS} **	2.88 4.42
TRATAMIENTOS	11	749.207643	68.1097858	148.264263	2.08 2.82
ERROR EXPERIMENTAL	33	15.1595731	.459381002	-----	-----
TOTAL	47	764.706592	-----	-----	-----

NS = No Significativo

** = Altamente Significativo

Cálculo de los efectos principales e interacciones para el Análisis de Varianza desglosado.

CUADRO No. 15 - DOBLE ENTRADA PARA ESTACAS POR REPETICIONES

ESTACAS	REPETICIONES				TOTAL
	I	II	III	IV	
E1	31.70	29.61	31.88	30.55	123.74
E2	31.17	31.01	28.89	29.77	120.84
TOTAL	62.87	60.62	60.77	60.32	244.58

Cálculo del Factor de Corrección.

$$(244.58) / 48 = 1246.23$$

6- Cálculo de la suma de cuadrado del sub total.

$$\text{SC}_{\text{subtotal}} = \frac{(31.70)^2 + \dots (28.89)^2 + \dots (30.55)^2}{6} - \text{FC}$$

$$7485.33 + 1247.56 - 1246.23 = 1.52$$

7- Cálculo de la suma de cuadrado de los bloques.

$$\text{SC}_{\text{bloques}} = \frac{-(62.87)^2 + (60.62)^2 + (60.77)^2 + (60.32)^2}{12} - \text{FC}$$

$$1246.57 - 1246.23 = 0.34$$

8- Cálculo de la suma de cuadrado de la parcela grande (estacas)

$$\begin{array}{r} (123.74) + (120.84) - FC \\ \hline 24 \end{array} = 0.18$$

9- Cálculo de la suma de cuadrado del error "a"

$$\text{SC} \\ \text{error "a"} = 1.32 - (0.34 + 0.18) = 0.81$$

CUADRO No. 16 - DOBLE ENTRADA ESTACAS POR CONCENTRACIONES.

ESTACAS	C O N C E N T R A C I O N E S					TOTAL	
	A0	A1	A2	A3	A4		
E1	0.0	8.75	9.85	23.7	34.44	47.00	123.74
E2	0.0	9.29	10.11	24.57	31.20	45.67	120.84
TOTAL	0.0	18.04	19.96	48.27	65.64	92.67	244.58

10- Cálculo de la suma de cuadrado de las concentraciones

$$\text{SC} = (18.04)^2 + \dots (48.27)^2 + \dots (92.67)^2 - FC = 747.53 \\ \text{concent.} \quad \quad \quad 2 \times 4$$

11- Cálculo de la suma de cuadrado de las interacciones estacas por concentraciones.

$$\text{SC} = (8.75)^2 + \dots (47.00)^2 + \dots (45.67)^2 \\ \text{int. estacas por conc.} \quad \quad \quad 4 \\ 7981.76 = 1995.44 - 1246.23 - 0.18 - 747.53 = 1.5$$

12- Cálculo de la suma de cuadrado del error "b"

$$\begin{array}{l} \text{SC} \\ \text{error "b"} \end{array} = 764.706592 - (1.32 + 747.53 + 1.5) = 14.35$$

CUADRO No. 17 - ANALISIS DE VARIANZA DESGLOSADO PARA EFECTOS PRINCIPALES E INTERACCIONES.

F. DE V.	G.I.	S.C.	VAR.	F. CALC.	F. TABLAS 5% 1%
BLOQUES	3	0.34	0.11	0.42ns	9.28 29.46
ESTACAS	1	0.18	0.18	0.65ns	10.13 34.12
ERROR -a-	3	0.81	0.27	—	—
SUB-TOTAL	7	1.32	0.19	—	—
CONCENT.	5	747.53	149.51	312.51**	2.53 3.70
EST.POR CONC	5	1.5	0.3	0.63ns	2.53 3.70
ERROR -b-	30	14.35	0.48	—	—
TOTAL	47	764.71	—	—	—

-46-

ns = no significativo

** = Altamente significativo

PRUEBA DE DUNCAN.

CUADRO No. 18 - DOBLE ENTRADA ESTACAS POR CONCENTRACIONES
PARA LA LONGITUD DE RAICES.

ESTACAS	CONCENTRACIONES						TOTAL
	A0	A1	A2	A3	A4	A5	
E1	0.0	8.75	9.85	23.7	34.44	47.00	123.74
E2	0.0	9.29	10.11	24.57	31.20	45.67	120.84
TOTAL	0.0	18.04	19.96	48.27	65.64	92.67	244.58

Media para estacas.

$$\bar{x} = \frac{123.74}{e_1} = \frac{123.74}{4 \times 6} = 5.15$$

$$\bar{x} = \frac{120.84}{e_2} = \frac{120.84}{4 \times 6} = 5.037$$

Ordenar las medias de mayor a menor

$$\bar{x} = 5.15 \quad \bar{x} = 5.037$$
$$e_1 \qquad \qquad e_2$$

CUADRO No. 19 - PRUEBA PARA ESTABLECER LA DIFERENCIA
SIGNIFICATIVA DE ESTACAS.

	$x_e^1 = 5.15$	$x_e^2 = 5.03$
$\bar{x}_{e2} = 5.03$		0.12^{ns}
$\bar{x}_{e1} = 5.15$		

1- Cálculo de la desviación estandar de medias.

$$\bar{s}_x = \sqrt{\frac{CM \text{ error a}}{r \times b}}$$

$$s\bar{x} = \sqrt{\frac{0.27}{24}}$$

$$sx = 0.106$$

CUADRO No. 20 - LIMITE DE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA DE
LAS ESTACAS (LSD)

No.	PROMEDIO	2	
MULTIPLICO 5%		4.50	$\times 0.106$
L S D		0.477	

Medias para concentraciones.

$$\bar{x}_0 = 0.0 \quad \bar{x}_3 = 6.03$$

$$\bar{x}_1 = 2.25 \quad \bar{x}_4 = 8.20$$

$$\bar{x}_2 = 2.49 \quad \bar{x}_5 = 11.58$$

Ordenar las medias de mayor a menor.

$$\bar{x}_5 = 11.58 \quad \bar{x}_4 = 8.20 \quad \bar{x}_3 = 6.03 \quad \bar{x}_2 = 2.49 \quad \bar{x}_1 = 2.25$$

$$\bar{x}_0 = 0.0$$

CUADRO NO. 21 - DOBLE ENTRADA PARA ESTABLECER LA DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS CONCENTRACIONES.

	\bar{x}_5 11.58	\bar{x}_4 8.20	\bar{x}_3 6.03	\bar{x}_2 2.49	\bar{x}_1 2.25	\bar{x}_0 0.0
$\bar{x}_0 = 0.0$	11.58 *	8.20 *	6.03 *	2.49 *	2.25 *	—
$\bar{x}_1 = 2.25$	9.33 *	5.95 *	3.78 *	0.24 ns	—	—
$\bar{x}_2 = 2.49$	9.09 *	5.71 *	3.54 *	—	—	—
$\bar{x}_3 = 6.03$	5.55 *	2.17 *	—	—	—	—
$\bar{x}_4 = 8.20$	3.38 *	—	—	—	—	—
$\bar{x}_5 = 11.50$	—	—	—	—	—	—

ns = no significativa

* = significativa

2- Cálculo de la desviación estandar de medias

$$s_x = \sqrt{\frac{0.48}{8}}$$

$$s_x = 0.245$$

CUADRO NO. 22 - LIMITE DE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA DE
LAS CONCENTRACIONES. (LSD)

No. PROMEDIO	2	3	4	5	6	
T MULTIPLO 5%	2.89	3.04	3.12	3.20	3.25	x 0.245
L S D	0.71	0.74	0.76	0.78	0.80	

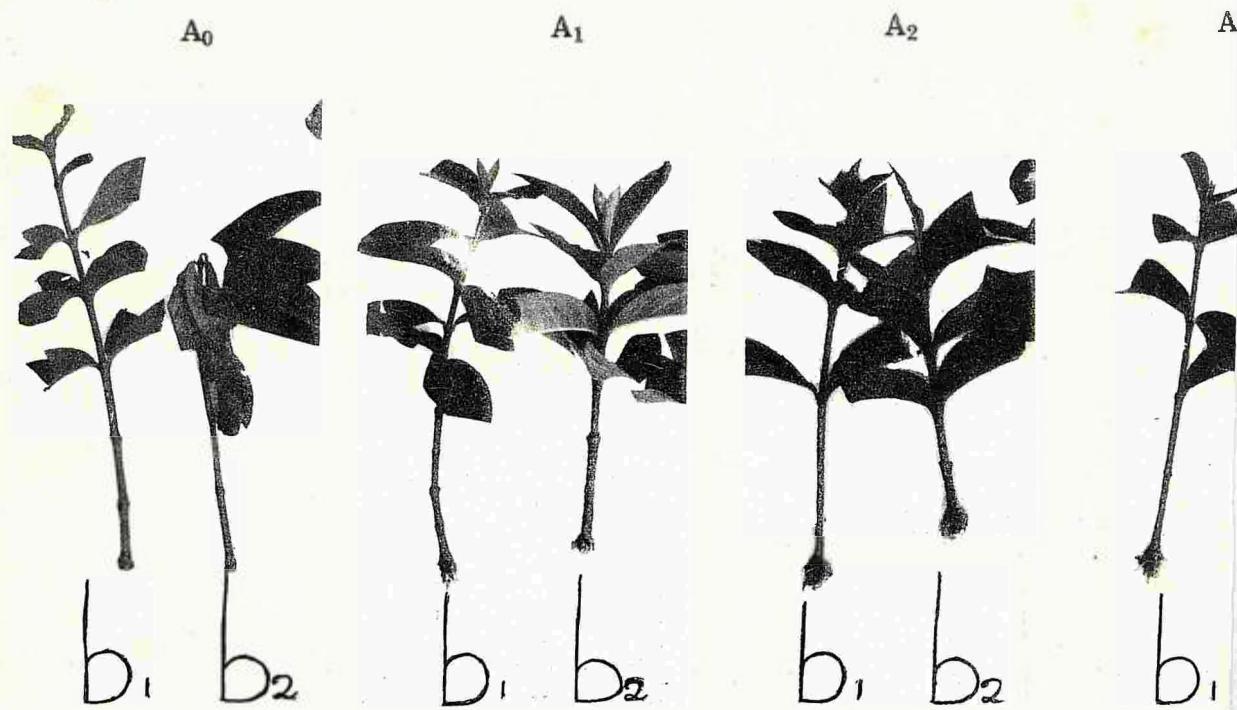


Fig. 4—Enraizamiento de estacas apicales a las 8 semanas de sembrada. (Repetición I)

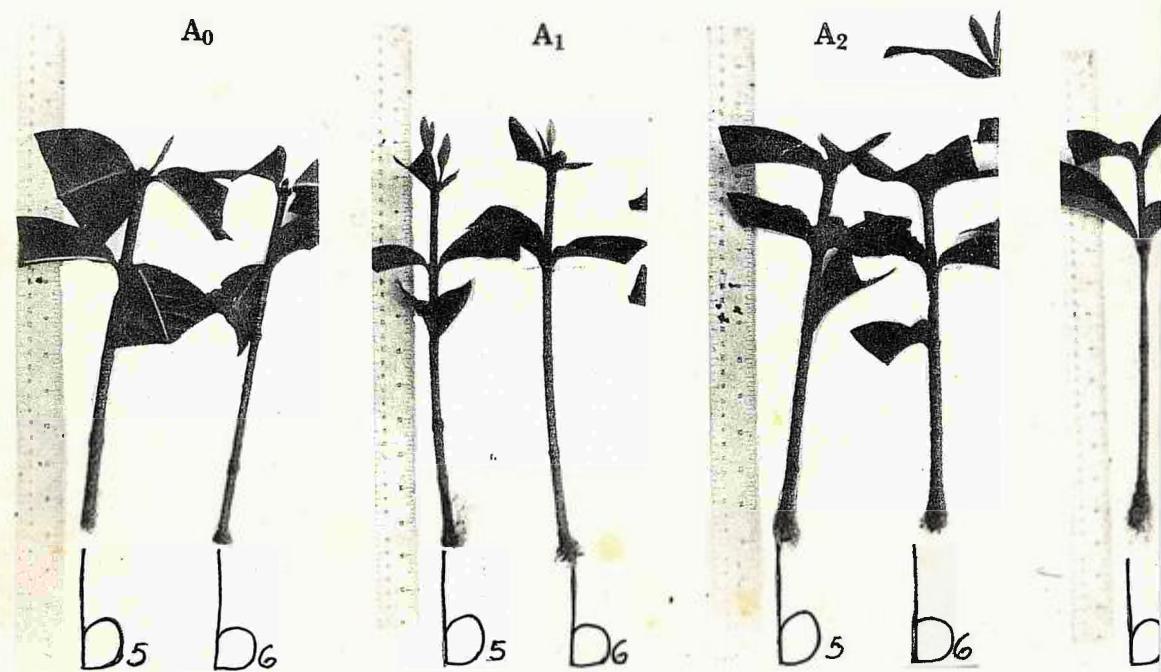
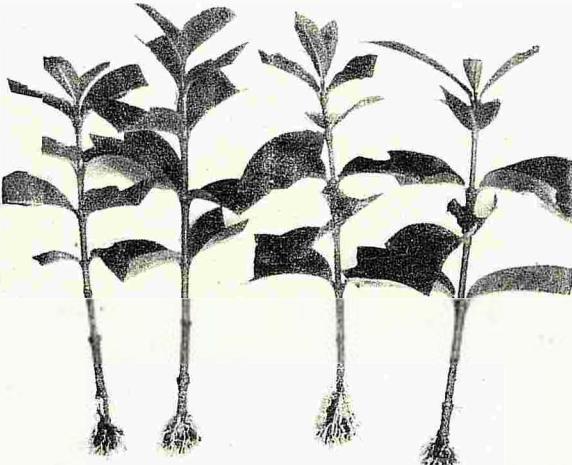


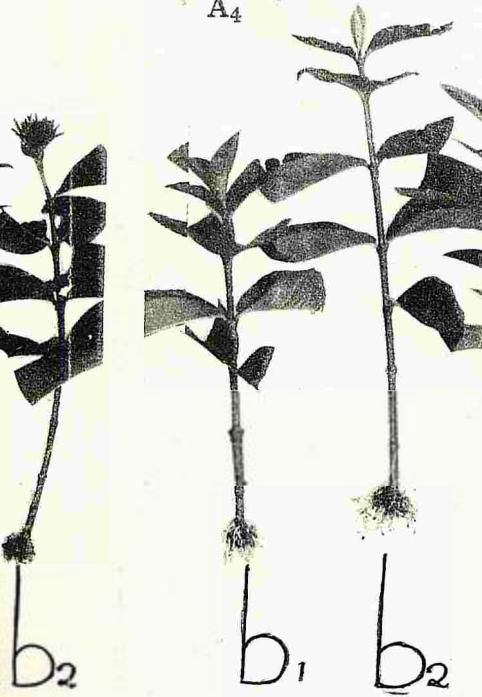
Fig. 5—Enraizamiento de estacas basales a las 8 semanas de sembrada. (Repetición III)



A₄



A₅

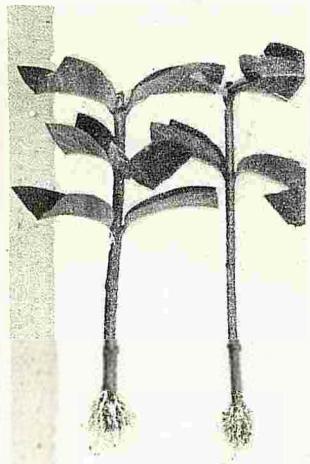


b₁ b₂

b₁ b₂ b₃ b₄



A₃



A₄



A₅



b₆

b₅ b₆

b₅ b₆ b₇ b₈

DISCUSION

Los resultados obtenidos indican que el ácido Naftalenacético (ANA), favorece el enraizamiento de las estacas, lo cual se comprobó estadísticamente, confirmando así lo obtenido por Weaver (1984), en cuanto a que el ácido Naftalenacético induce la formación de raíces.

En este trabajo se utilizaron 6 concentraciones diferentes; todas las estacas en las distintas concentraciones enraizaron, la diferencia es notoria en cuanto al número y longitud de raíces presentando los mejores resultados las estacas tratadas con ANA al 20, 25 y 50 ppm., lo cual coincide con los resultados reportados por Warmake (1950) quien trabajando con raíces de Taraxacum officinales, "Dientes de Leon", obtuvo resultados similares.

Del total de las estacas no tratadas con ANA (testigo), un 66% presentó callosidad, un 25% latencia y un 9% de estacas se secaron, esta callosidad es consistente después de ocho semanas de observado el experimento. Lo anterior es similar a las experiencias de Cheesman & Spender (1936) quienes afirman que si una especie se mantiene viva por un tiempo suficientemente largo, terminan por enraizar.

Por otra parte con el análisis estadístico (Prueba de Duncan) se comprobó tambien que las estacas tomadas de la parte basal de la rama produjeron un mayor porcentaje de raíces, fenomeno que tambien fue observado por Rojas

Pineda (1968) en su trabajo de investigación realizado con patrones de manzanas quien atribuyó este comportamiento a que las estacas basales presentan mayor consistencia, tejidos de conducción más desarrollados y a su mejor resistencia.

Con base a los resultados observados, se puede afirmar que el método de propagación evaluado en este trabajo resulta eficiente, ya que los factores ambientales como la humedad y la aeración se controlan adecuadamente, Fiester (1957) manifiesta que la superficie de contacto de la base de la estaca, debe de tener una aeración y humedad adecuada para realizar sus funciones.

Este método consiste en usar bolsas de polietileno, aislandolas en su propia unidad, y colocandolas en forma vertical. Experimentos realizados con estacas de "cacao" por Urquhart (1963), confirman que las condiciones adecuadas de humedad y aeración favorecen al enraizamiento.

Guiscafre-Arrillaga (1938) obtuvo resultados positivos en sus investigaciones empleando arena de río humeda, lo cual se confirmó en esta investigación al utilizarse el mismo tipo de sustrato.

Este mismo investigador consideró que la arena ordinaria de playa también es un medio enraizador satisfactorio.

Muchos investigadores han propuesto que para que suceda el enraizamiento en estacas se necesitan dos

factores esenciales; a) las auxinas y b) una combinación de elementos producidos por las hojas, razón por la cual se tomo la sugerencia de Reaño (1940) de dejarle las hojas y cortarlas 24 horas después de ser sembradas.

Con referencia a la edad, los árboles padres de donde se obtuvieron las estacas, tienen una edad entre 5-6 años, lo cual contradice lo afirmado por Van Overbeek (1959), que el porcentaje de enraizamiento para las estacas de estas edades es de 45%, para el caso enraizaron un 100%.

Con relación a la uniformidad de las estacas fueron fuertes y vigorosas, uniformes, solo se obtuvo una diferencia, en los entrenudos cortos y largos. Tomando como base lo sugerido por Fiester (1957).

Con relación a los aspectos climatológicos, éstos influyen en los resultados de este tipo de investigación, los fenomenos más importantes son días nublados, temperaturas bajas, precipitaciones pluviales altas, humedades altas, estas condiciones favorecen el enraizamiento de estacas tratadas con reguladores de crecimiento.

A este respecto, Fiester (1975) cita algunos investigadores, tales como Guillet (1935) quien confirmó que las condiciones ambientales afectan el enraizamiento de las estacas. Guiscafre-Arrillaga (1946) recomienda una temperatura de 35°C; por otra parte, Fierne (1940), citado por Fiester (1957), recomienda una humedad relativa

de 90% en el propagador.

Se puede afirmar tambien que los aspectos climatológicos sucedidos durante el desarrollo del experimento afectaron positivamente el enraizamiento de las estacas y que para El Salvador estas son las condiciones óptimas, ya que según la experiencia en ensayos anteriores, con condiciones climaticas diferentes se obtuvieron resultados adversos.

CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se puede concluir que, El Acido Naftalenacético tiene un efecto positivo en la estimulación y en la formación de raíces en estacas de Ixora coccinea L. a las ocho semanas de tratadas. Comprobándose que la concentración de 50 ppm. es la que mejores resultados dá en la formación y longitud de raíces en estacas de Ixora. Por lo tanto, el Acido Naftalenacético constituye una alternativa de producción en vegetales de difícil propagación asexual.

Los resultados del experimento permiten inferir que si se fomenta la propagación con estacas de otros vegetales de importancia económica, con tratamientos de diferentes concentraciones de reguladores de crecimiento, se podrían generar nuevas fuentes de trabajo en el país, al implementar estas medidas a nivel comercial.

LITERATURA CITADA

- ALVARADO LOZANO, J. R. 1987. Diseño y análisis de experimento, diseño de parcelas divididas. El Salvador. 330 pp.
- ALVAREZ, F.A. 1987. Reguladores del crecimiento vegetal In: Cuitivo de tejido vegetal. Trillas, México. 232 pp.
- ARROYO, B.C. 1950. Siembra vegetativa de café, tratamiento con Hortamone "A", suelo tico. 4(23); 335-338.
- BOUILLENNE, R. & F.W.WENT. 1933. Recherches expérimentales sur la néo-formación des racines dans les plantules et les boutures des plantes supérieures, Ann.Jard. Bot. Buitenzor 43:25-202.
- COOPER, W.C. 1936. Transport of root-forming hormone in woody cuttings. Plant physiol. 11:774-793.
- CORDOVA, C.V. 1976. Fisiología vegetal. Blume Madrid, España. 439 pp.
- CHASE, V.C.&B.R. STRAIN. 1967. Propagation of some Woody desert perennial by stem cuttings Forestry abstract 28(4): 647.
- CHEESMAN, E. & G.E.L. SPENCER. 1936. The propagation of cuttings in tropical climates. Tropical Agriculture Trinidad 13(8) :201-203.
- DENYS, G.A. 1962. El cultivo del cacao y algunos trabajos y observaciones llevados a cabo en El Salvador. Universidad Nacional de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Agronómica, San Salvador. 134 pp. (Tesis de Ingeniería Agronómica).

- DEVLIN, R.M. 1980. Fisiología vegetal. Ediciones Omega, Barcelona. 517 pp.
- FIERNE, L.M. 1940. The rooting of softwood cuttings of coffee arábica. East African Agricultural Journal 5:10-14.
- FIESTER, P.R. 1957. Revisión de literatura sobre propagación asexual del café por estacas, Turrialba, Costa Rica. 7:(3)57-64.
- GIBBINGS, C.B. 1938. Vegetative propagation. Coffe Research and Experiment Station. Lyamungu, Tanganica 1937:14-15.
- GILBERT, S.M. 1945. The coffee Research and experiment station. a Brief Survey of the first ten years work. Empire Journal of experimental Agriculture. Tanganika 13(51):113-124.
- GUEVARA, E. 1987. Reguladores del crecimiento In memoria II curso de cultivo de tejido. Turrialba IICA, Catie, 124 pp.
- GUILLET, S. 1935. Observations of coffee. Empire Journal of experimental agriculture, Kenya 3(11):210-214.
- GUISCAFRE ARRILLAGA, J. 1938. Asexual propagation of coffee by grafting and budding, methods and by cuttings. Agricultural experiment station. Rio Piedra Puerto Rico, 1936-37: 30-32
1946. The propagation of coffee (Coffee arábica L.) American Society of Horticultura Science Proceeding 48: 279-290.
- HAAGER-SMITH, A,J, & F.W. WENT. 1935. A physiological analysis of the growth substance. Proc.Kon.Ned.Acad. Wetensch. Amsterdam, 38:852-857.

- HARTMANN, H.T. & D.E. KESTER. 1968. Plant propagation; principles and practices. 2ed. Prentice-Hall, New Jersey 702 p.
- HELMUT, L. 1978. Introducción a la meteorología. Parte I. Facultad de Ciencias Agronómicas, San Salvador, 199 pp.
- HYODO, M. 1954. Stem cuttings of Robinia pseudoacacia var. bersoniana, treated with Rootone and a-naftalene sodium acetate. forestry abstracts 15(4):435.
- HITCHCOCK, A.E. & P.W. ZIMMERMAN. 1940. Effects obtained with mixtures of root-inducing and other substances, contrib. Boyce Thompson Inst. 11: 143-160.
- HURTADO, M. & D. VASQUEZ, & M.E. MERINO. 1987. Cultivo de tejido vegetal. Trillas, México. 232 pp.
- INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1974. Mapa oficial de la República de El Salvador. Ministerio de Obras Públicas, San Salvador, El Salvador. 1p.
- LEOPOLD, A.C. 1962. Auxins and plant growth. 2a. edición University of California Press. Berkeley and Los Angeles. 354 pp.
- LLANO, G.E. 1952. Propagación de plantas, colinagro, Bogotá, 157 pp.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1984. Almanaque salvadoreño. servicio metereológico. San Salvador. 100 pp.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA, 1988. Almanaque salvadoreño. servicio metereológico, San Salvador. 94 pp.

- NAUDORF, G. 1951. Las fitohormonas en agricultura. salvat. Barcelona. 405.pp.
- PALACIOS, D.B. 1973. Prueba de tres hormonas en el enraizamiento de estacas de cafeto. (coffea arabica)L.) Escuela Nacional de Agricultura y Ganaderia, Managua, Nicaragua. (tesis de Ingeniería agronómica) 34 pp.
- REAÑO, P.C. 1940. Histological study and observations on the effects, of some synthetic growth substances on stem tip cuttings of coffee. Agriculturist Philippine 29(2):87-99.
- REYES CASTAÑEDA, P.. 1978. Diseño de experimentos aplicados: agronomia, biología, industrias, ciencias sociales y ciencias de la salud, Trillas, México, 425 pp.
- ROELOFSENT, D.A. 1939. Propagation of coffee by cuttings. Berculture 13: 944-1002.
- ROJAS PINEDA; O. 1968. Estudio sobre el enraizamiento de estacas de manzana (pyrus malus l.) para patrones porta-injetos. Universidad Autónoma de San Carlos de Guatemala. (tesis de Ingeniería Agronómica) 34 pp.
- SCAGEL, R.E. 1973. El reino vegetal. ediciones omega, s.a. Barcelona, 695 pp.
- SKOOG, F. & C. TUSI. 1948. Chemical control of growth and bud formation in tobacco stem segments and callus cultured in vitro. Amer. jour. Bot. 35:782-787.
- STANLEY,P.C. & L.O. WILLIAMS. 1975. Flora of Guatemala, parte XI Fieldiana, Botany 24:1-274.
- THIMANN, K.V. & F. W. WENT. 1934. On the chemical nature of the root-forming hormone, Proc.Kon:Ned.Akad. Wetenash. Amsterdam, 37:456-459.

- URQUHART, D.H. 1963. Cacao, versión española de juvenal va-
lerio. Interamericano de Ciencias Agricolas de la O.E.A.
Turrialba, Costa Rica. 216 pp.
- VAN OBERBEEK, J. 1959. Auxin, bot. Rev. New York, 25:266-346.
- WARMAKE, G.L. 1950. The role of auxin in the differentiation
of root and shoot primordio from root cuttings of Taraxacum
and Chichorium A.M.F.. Bot. 73-272
- WEAVER, J.R. 1984. Reguladores del crecimiento de las plan-
tas en la agricultura. Trillas, México. 622 pp.
- WENT, F.W. 1934. A test method for rhizocaline, the root for-
ming substance. Proc.Kon.Ned: Wetensch. Amsterdam 37:445-455.
- WHITEMAN, J. & H.V. WIANT junior. 1967. Rooting of cuttings
from second growth, rewood trees and sprouts may be practi-
cal tree plants. 18(1):13.
- ZANONI, C.A. 1975. Propagación vegetativa por estacas de ocho
especies forestales. Universidad de Costa Rica Centro Agro
nómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Departamento
de Ciencias Forestales. Turrialba, Costa Rica. (Tesis de
Ingeniería Agronómica) 100 pp.

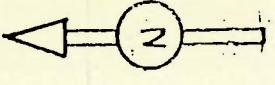
ANEXO 1

Ubicación taxonómica de la Ixora coccinea, 1973.

REINO	VEGETAL
División	Spermatophyta
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Rubiolas
Familia	Rubiaceae
Género	<u>Ixora</u>
Especie	<u>coccinea</u>

ANEXO 2 UBICACION Y DISTRIBUCION DE CAMPO DEL EXPERIMENTO

I	II	III	IV
E ₁	E ₂	E ₁	E ₂
O b ₁ b ₂ b ₃ b ₄ b ₅ b ₆ b ₇ b ₈ b ₉ b ₁₀ b ₁₁ b ₁₂ b ₁₃ b ₁₄ b ₁₅ b ₁₆ b ₁₇ b ₁₈ b ₁₉ b ₂₀	O b ₁ b ₂ b ₃ b ₄ b ₅ b ₆ b ₇ b ₈ b ₉ b ₁₀ b ₁₁ b ₁₂ b ₁₃ b ₁₄ b ₁₅ b ₁₆ b ₁₇ b ₁₈ b ₁₉ b ₂₀	O b ₁ b ₂ b ₃ b ₄ b ₅ b ₆ b ₇ b ₈ b ₉ b ₁₀ b ₁₁ b ₁₂ b ₁₃ b ₁₄ b ₁₅ b ₁₆ b ₁₇ b ₁₈ b ₁₉ b ₂₀	O b ₁ b ₂ b ₃ b ₄ b ₅ b ₆ b ₇ b ₈ b ₉ b ₁₀ b ₁₁ b ₁₂ b ₁₃ b ₁₄ b ₁₅ b ₁₆ b ₁₇ b ₁₈ b ₁₉ b ₂₀
A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂
A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆
A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀


 A PARCELA O SUB UNIDAD
 O O O O
 O O O O

A TRATAMIENTOS
 E₁ ESTACAS APICALES
 E₂ ESTACAS BASALES
 B₁ POSICION DE ESTACAS